

ХАМАЕВ АЙРАТ АХКЫЯМОВИЧ

**ВОДНЫЙ РЕЖИМ, ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ И
ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТИПОВ ЯРОВОЙ
ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ
СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ,**

06.01.09 - растениеводство

03.01.09 - физиология и биохимия растений

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Казань - 2003

Диссертационная работа выполнена на кафедре ботаники и физиологии растений Казанской государственной сельскохозяйственной академии в 2000-2003 гг.

Научный руководитель: заслуженный деятель науки Российской Федерации и Республики Татарстан, доктор биологических наук, профессор **Ф. Д. Самуилов**

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Л. Х. Гордон

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Ф. Ш. Шайхутдинов

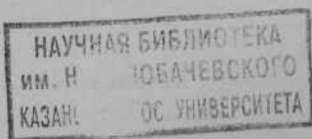
Ведущая организация: ГУ Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Защита состоится «___» декабря 2003 года в_ часов на заседании диссертационного совета Д. 220.035.01. при Казанской государственной сельскохозяйственной академии по адресу: 420011, Казань, учебный городок КГСХА, корпус ФМСХ, зал заседаний.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанской государственной сельскохозяйственной академии.

Автореферат разослан «___» ноября 2003 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук,
профессор



В. М. Пахомова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность **темы**. Яровая пшеница - ценнейшая продовольственная культура. Основные посевные площади ее сосредоточены в засушливых и полужасушливых районах с резко континентальным климатом, куда относится и Среднее Поволжье. Зерновые культуры, в том числе яровая пшеница, в первой половине вегетационного периода часто страдают от недостатка влаги, в результате чего возникают те или иные отклонения в нормальном ходе физиологических процессов, которые приводят к снижению их продуктивности. На сегодняшний день, именно засуха была и остается основной причиной больших колебаний валовых сборов зерна по годам в нашей стране.

В этих условиях, наиболее рациональный путь получения стабильных урожаев - создание засухоустойчивых, максимально приспособленных к конкретным условиям возделывания сортов. В селекционной работе важно изыскание и выявление засухоустойчивых и высокопродуктивных форм зерновых культур применительно к конкретным регионам страны. Для решения проблем интенсификации растениеводства и практической селекции необходимо изучение закономерностей устойчивости растений к водному дефициту, установление чувствительности различных процессов жизнедеятельности растений к засухе. На основе этого можно планировать создание новых сортов и разработку агротехники с учетом их эколого-географического происхождения. В связи с этим представляет большую актуальность изучение физиологических особенностей сортов яровой пшеницы разного эколого-географического происхождения в условиях северной лесостепи Среднего Поволжья.

Цель и задачи исследований. Цель настоящей работы заключается в исследовании физиологических особенностей сортов мягкой яровой пшеницы разного эколого-географического происхождения при возделывании в условиях северной лесостепи Среднего Поволжья, изучении ряда физиологических признаков, отличающих засухоустойчивые сорта от неустойчивых к засухе сортов; выявлении связи физиологических процессов с продуктивностью сортов. В соответствии с этой целью в работе ставились следующие задачи:

- 1) исследовать основные параметры водного режима растений у новых сортов яровой пшеницы лесного Европейского, лесостепного Поволжского, лесостепного и степного Западно-Сибирского, степного Европейского экотипов;
- 2) выявить особенности устойчивости различных экотипов яровой пшеницы к засухе;
- 3) изучить влияние засухи на фотосинтез, рост, развитие и продуктивность растений яровой пшеницы;
- 4) установить особенности формирования элементов продуктивности у различных экотипов яровой пшеницы в связи с метеорологическими факторами;

5) выявить экономическую и энергетическую эффективность возделывания разных сортов яровой пшеницы в условиях региона.

Научная новизна работы. В настоящей работе впервые проведены физиологические исследования водного режима, засухоустойчивости, фотосинтеза и продуктивности различных экотипов яровой пшеницы в условиях Предкамья лесостепи Поволжья. Показано наличие у сортов яровой пшеницы различных экологических групп специфических физиологических особенностей, связанных с их эколого-географическим происхождением.

Выявлено существование значительных различий физиологических показателей - водопоглощения семян, оводненности тканей, водоудерживающей способности, интенсивности транспирации, устойчивости проростков растений к обезвоживанию, полевой засухоустойчивости у различных экотипов яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Среднего Поволжья.

Установлено, что в конкретных климатических условиях лесостепи водный режим, засухоустойчивость и продуктивность растений определяются биологическими, физиолого-экологическими показателями изучаемых экотипов яровой пшеницы.

В исследованиях получена разносторонняя информация о засухоустойчивости и продуктивности сортов яровой пшеницы разных экологических групп в зависимости от метеорологических факторов.

Практическая значимость работы. Результаты исследований могут быть использованы в селекционной работе с яровой пшеницей, а также для совершенствования агротехники и при прогнозировании урожаев яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Среднего Поволжья.

Установлены физиологические показатели, существенно влияющие на продуктивность сортов пшеницы, созданных для различных районов страны.

Выявленные биологические особенности исследованных сортов важно учитывать при разработке рекомендаций по совершенствованию технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Предкамской зоны лесостепи Поволжья.

Апробация работы. Результаты исследований были доложены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава Казанской ГСХА (2000-2003 гг.), республиканской (Казань, 2001) и всероссийской (Казань, 2002) научных конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 194 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 глав, выводов и рекомендаций производству; содержит 24 таблицы, 5 рисунков, приложения. Список литературы включает 292 наименования, из которых 16 работ зарубежных авторов.

ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2000-2003 гг. в лабораторных и полевых условиях. Полевые опыты проводились на опытных полях Казанской ГСХА.

Объектами исследований были районированные и новые перспективные сорта мягкой яровой пшеницы, относящиеся к четырем различным экологическим группам: Приокская, Люба, Лада и Энита - лесной Европейский экотип; Кербя и Приволжская 112 - лесостепной Поволжский экотип; Памяти Азиева, Омская 17, Омская 33 и Иртышанка 10 - лесостепной и степной Западно-Сибирский экотип; Саратовская 60, Прохоровка - степной Европейский экотип.

Почва опытного участка - серая лесная среднесуглинистая со следующей агрохимической характеристикой: содержание гумуса - 3,58 - 3,65% (по Тюри-ну), подвижных форм фосфора 107-135 мг, обменного калия 100-118 мг на 1000 г почвы (по Кирсанову), сумма поглощенных оснований 26,9-27,1 мг - экв. на 100 г. почвы. Степень насыщенности основаниями 86,9-87,3%, pH солевой вытяжки 5,6-5,7.

Посевы размещались после озимой ржи, которая возделывалась по чистому пару. Повторность опыта четырехкратная. Учетная площадь делянок 50м². Размещение делянок в повторностях систематическое. Удобрения рассчитывались балансовым методом на урожай 4 т /га.

Погодные условия в годы полевых исследований (2000-2002 годы) значительно различались. 2000-2001 годы в целом были благоприятными для роста и развития яровой пшеницы, 2002 год характеризовался жесткой засухой в течение всего вегетационного периода.

Для характеристики водного режима растений определяли водопоглощающую способность семян в процессе прорастания и общее содержание воды в листьях весовым методом (Третьяков, 1990); интенсивность транспирации листьев - весовым методом по Л. А. Иванову (1950); водный дефицит (Викторов, 1964), водоудерживающую способность - по методу И. Г. Сулейманова (1974).

Для предварительной оценки засухоустойчивости разных экотипов яровой пшеницы использовали метод проращивания семян на растворах сахарозы с различным осмотическим давлением (Олейникова, Осипов, 1976). Коэффициент водопотребления вычисляли по методу А. Н. Костякова (1960).

Площадь листьев определяли по методу А. А. Ничипоровича и др. (1961); содержание хлорофилла - на фотоэлектроколориметре, фотосинтетический потенциал, накопление сухого вещества, чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали по принятой методике (Третьяков и др., 1990).

Фенологические наблюдения за сроками наступления фаз роста и развития, учет полевой всхожести и изреживаемости посевов проводили по методике Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (1961).

Урожайность определяли методом сплошного обмолота растений каждой

делянки. Структуру урожая определяли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1961). Физиологическое и технологическое качество зерна определяли согласно ГОСТам.

Урожайные данные статистически обработаны дисперсионным методом по Б. А. Доспехову (1985), корреляционный анализ проведен на микро - ЭВМ.

Расчет экономической эффективности производился по методике ВНИИ-ЭСХ, энергетическая оценка - по методике В. М. Володина и др., (1999).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Водный режим различных экотипов яровой пшеницы

Процесс водообмена растений складывается из трех основных этапов: поглощение воды, передвижение воды по растению и испарение воды в атмосферу, то есть транспирация.

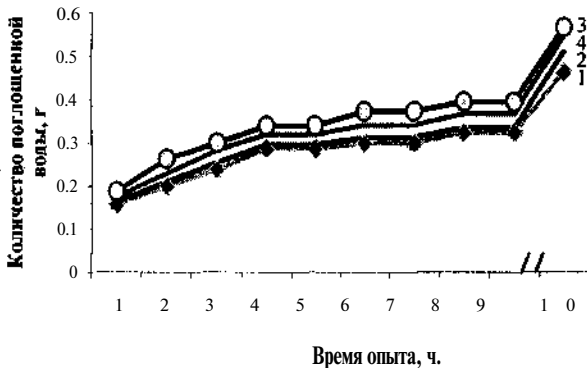


Рис. 1 Поглощение воды семенами различных экотипов яровой пшеницы в процессе прорастания

- 1. ♦ Лесной Европейский экотип
- 2. — Лесостепной Поволжский экотип
- 3. ○ Лесостепной и степной Западно-Сибирский экотип
- 4. — Степной Европейский экотип

Исследования водопоглощающей способности семян различных сортов яровой пшеницы в процессе прорастания выявили специфику, связанную с их эколого-географическим происхождением. Так, максимальное количество воды

было поглощено сортами лесостепного и степного Западно-Сибирского и степного Европейского экотипов, чуть меньше у сортов лесостепного Поволжского экотипа, минимальное количество - у сортов лесного Европейского экотипа (рис. 1).

Это скорее всего связано с содержанием в семенах разного количества белка, клейковины и размерами семян яровой пшеницы различных экотипов.

Оводненность тканей растений является важным показателем водного режима растений. По содержанию воды в листьях можно судить об отношении растений к недостатку влаги, например, к почвенной и атмосферной засухе.

Наибольшее количество воды содержится в начальные фазы развития и уменьшается по мере старения растений. В оптимальных условиях водообеспеченности содержание воды в листьях сортов разных экологических групп различается незначительно. В засушливых условиях содержание воды значительно ниже, чем в условиях благоприятного водного режима. В условиях засухи отчетливо проявляются сортовые особенности яровой пшеницы: у засухоустойчивых сортов лесостепного и степного Западно-Сибирского и степного Европейского экотипов наблюдается более стабильная динамика содержания воды по сравнению с другими экотипами.

Важный показатель состояния водного режима пшеницы - степень насыщения её тканей водой. Определение водного дефицита растений позволяет судить о напряженности водного режима растений.

Проведенные нами исследования показывают, что при благоприятных условиях водообеспеченности водный дефицит листьев у различных сортов существенно не отличается (табл.1). Этот показатель зависел от напряженности факторов внешней среды, таких как влажность воздуха и почвы, температура почвы и воздуха и т.д. По мере старения растений водный дефицит в тканях увеличивался.

Под действием засухи наблюдалось увеличение водного дефицита у всех сортов яровой пшеницы. При этом следует заметить, что дефицит воды увеличивается на большую величину у слабозасухоустойчивых сортов - Люба, Лада, Приокская, Энита и на меньшую - у засухоустойчивых сортов: Саратовская 60, Прохоровка, Памяти Азиева. Водный дефицит возрастал также в течение вегетации, и максимум его наблюдался в фазу цветения.

В регулировании водообмена растений важную роль играет водоудерживающая способность растений (ВУС).

Результаты исследований показывают, что в условиях нормальной влагообеспеченности более высокая ВУС листьев характерна для сортов Саратовская 60, Прохоровка, Омская 33, Памяти Азиева. Наименьший показатель был зафиксирован у сортов Люба, Лада, Энита. Наименьшая потеря воды при завядании наблюдалась в фазу кущения, наибольшая потеря воды у яровой пшеницы отмечена в фазу цветения.

При засухе происходят значительные изменения состояния воды в расте-

Таблица 1

Водный дефицит листьев яровой пшеницы в зависимости от условий влагообеспеченности (в % от полного насыщения)

Сорт	Условия развития	Фаза развития			
		куше- ние	выход в трубку	колоше- ние	цвете- ние
Приокская	+	6,3	8,0	9,7	15,8
	-	7,7	10,0	13,6	24,4
Люба	+	6,4	7,9	9,9	16,1
	-	8,3	10,4	13,3	24,8
Лада	+	6,8	8,6	10,1	16,0
	-	7,9	11,4	14,2	25,1
Энита	+	6,6	8,4	10,8	16,3
	-	7,5	11,5	14,0	24,1
Приволжская 112	+	5,8	8,0	10,2	15,8
	-	7,0	9,4	13,3	23,0
Керба	+	5,3	7,8	9,3	15,6
	-	6,7	9,6	14,3	24,0
Памяти Азиева	+	5,6	7,6	10,3	15,5
	-	6,5	9,0	11,3	21,3
Омская 17	+	6,4	8,5	10,5	16,2
	-	6,9	10,0	11,8	23,0
Омская 33	+	6,1	7,9	9,8	16,0
	-	6,7	9,4	12,5	22,0
Иртышанка 10	+	6,2	8,6	9,3	15,9
	-	6,5	9,1	12,3	21,8
Саратовская 60	+	6,0	7,7	9,5	15,0
	-	6,2	8,3	10,8	20,6
Прохоровка	+	5,7	8,1	9,7	15,6
	-	6,3	8,4	11,0	21,3

Примечание: «+» - нормальное увлажнение (2000-2001гг).

«-» - засушливые условия (2002г).

ниях и их водоудерживающей способности. Наши опыты выявили, что в условиях засухи большую ВУС развили сорта степной Европейской экологической группы - Саратовская 60, Прохоровка, немного ниже она у сортов лесостепной и степной Западно-Сибирской экологической группы (Омская 17, Омская 33, Памяти Азиева, Иртышанка 10), наименьшую ВУС имели сорта лесной Европейской экологической группы - Люба, Энита. По фазам развития растений минимальная потеря воды при завядании приходилась на период кушения - выхода

в трубку, максимальная потеря воды при завядании наблюдалась в период цветения растений.

Интенсивность транспирации пшеницы зависит, с одной стороны, от напряженности атмосферных факторов, с другой - от физиологических особенностей растений.

В нормально увлажненном году транспирация зависит от метеоусловий. При этом следует отметить, что интенсивность транспирации максимальна у всех сортов в фазу кущения, а минимальна в фазу цветения. Это говорит о снижении интенсивности транспирации по мере старения растений.

Такая же закономерность сохраняется в засушливом году; интенсивность транспирации существенно снижается, причем на большую величину у слабо засухоустойчивых сортов по сравнению с устойчивыми.

Наблюдаемая при оптимальном водоснабжении зависимость интенсивности транспирации от метеорологических условий заметно ослабевает при засухе. Здесь существенную роль играют морфологические и физиологические особенности различных сортов.

Для оценки эффективности использования воды яровой пшеницей определяли коэффициент водопотребления (табл. 2).

Чем выше плодородие почвы, лучше структура урожая и потенциально урожайнее сорта пшеницы, тем меньше потребляется воды на единицу урожая, что подтверждается и результатами наших исследований в течение трех лет.

В 2002 году - в условиях засухи коэффициенты водопотребления у всех сортов были значительно выше, чем в 2001 году - в условиях нормального водообеспечения.

Таблица 2

Коэффициенты водопотребления сортов яровой пшеницы в разные по влагообеспеченности годы ($\text{м}^3/\text{т}$)

Сорта	2000 - нормальное увлажнение	2001 - нормальное увлажнение	2002 - засуха
Приокская	750	700	854
Люба	780	737	970
Лада	758	717	910
Энита	798	738	905
Приволжская 112	812-	722	862
Керба	800	727	948
Памяти Азиева	764	718	838
Омская 17	805	730	860
Омская 33	782	720	846
Иртышанка 10	819	740	866
Саратовская 60	774	717	828
Прохоровка	760	710	812

При сравнении различных экотипов яровой пшеницы наблюдается тенденция снижения величины коэффициентов водопотребления у сортов степного Европейского и лесостепного и степного Западно-Сибирского экотипов по сравнению с лесным Европейским и лесостепным Поволжским экотипами, что особенно четко проявляется в условиях засушливого 2002 года.

2. Устойчивость проростков яровой пшеницы к дефициту влаги

В условиях лесостепи Поволжья, где нередки засухи и суховеи, особый интерес представляет исследование засухоустойчивости растений.

Для предварительной оценки засухоустойчивости растений на ранних этапах развития, мы применили метод проращивания семян на растворах сахарозы различной концентрации (рис. 2).

При повышенных концентрациях растворов наибольший процент проросших семян имели сорта степного Европейского, а также лесостепного и степного Западно-Сибирского экотипов по сравнению с сортами лесостепного Поволжского и лесного Европейского экотипов. Это указывает на то, что семена

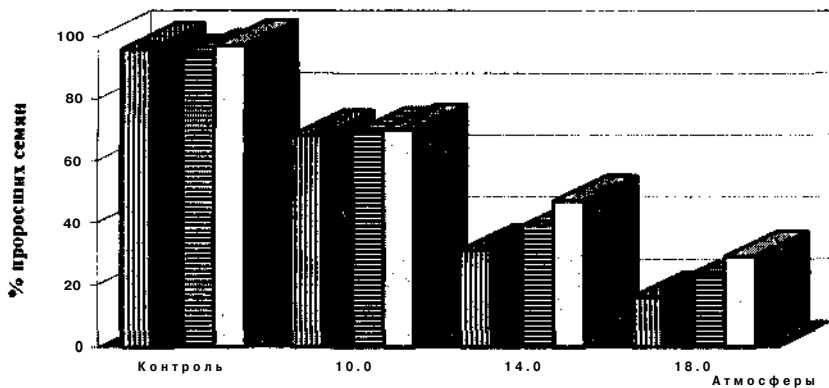


Рис. 2 Процент проросших семян различных экотипов яровой пшеницы при проращивании на растворах сахарозы с разным осмотическим давлением

- 1. Лесной Европейский экотип
- 2. Лесостепной Поволжский экотип
- 3. Лесостепной и степной Западно-Сибирский экотип
- 4. Степной Европейский экотип

этих сортов развивают достаточно большую сосущую силу, обладают способно-

стью использовать скудные запасы влаги при прорастании, следовательно, устойчивы к засухе.

Результаты исследований, проведенных на проростках растений, согласуются с данными определения водоудерживающей способности и засухоустойчивости взрослых растений в полевых условиях.

3. Фотосинтетическая деятельность растений в зависимости от условий водообеспеченности

Об уровне фотосинтетической деятельности растений яровой пшеницы в полевых условиях можно судить по интенсивности накопления сухого вещества растений, величине листовой поверхности и чистой продуктивности фотосинтеза. Эти показатели находятся во взаимной зависимости и реагируют на изменение условий произрастания.

Накопление сухого вещества косвенно характеризует общий уровень синтетических процессов. Наши наблюдения за ростом и развитием яровой пшеницы в разные по влагообеспеченности годы позволили установить, что в начальный период жизни растений накопление сухого вещества идет медленно. Интенсивный прирост сухого вещества наблюдался после выхода растений в трубку до начала молочной спелости. К концу вегетации отмечалось некоторое уменьшение сухой массы растений ввиду отмирания и потери нижних листьев, как отмечается это и другими авторами (Носатовский, 1965; Воробьев, 1972; Кумаков, Горохов, 1972; Замараев и др., 1986).

В благоприятные по влагообеспеченности годы большую сухую массу создали сорта Приокская, Лада, Памяти Азиева, Омская 33, Саратовская 60 и Прохоровка. При этом четкого разделения по сортовому признаку не наблюдалось.

При засухе в течение вегетации наибольшую сухую массу имели сорта Саратовская 60, Прохоровка, Омская 33, Памяти Азиева, относящиеся к степному Европейскому, лесостепному и степному Западно-Сибирскому экотипам. У этих сортов также наблюдается меньшее снижение сухой биомассы по сравнению с благоприятным годом. Это означает, что у них более высокая устойчивость ростовых и синтетических процессов к засухе.

Фотосинтетическая активность растений определяется содержанием зеленого пигмента - хлорофилла. В благоприятные по влагообеспеченности годы содержание хлорофилла в листьях было больше по сравнению с засушливым годом. При этом наибольшее количество хлорофилла содержат листья сортов лесного Европейского экотипа. В условиях засухи более высокое содержание хлорофилла наблюдается у сортов Прохоровка, Саратовская 60 и Омская 33.

Одним из наиболее важных показателей продуктивности растений является мощность развития фотосинтетического аппарата, дающая представление о потенциальных возможностях растений создавать урожай, который определяется, прежде всего, размерами листовой поверхности и интенсивностью ее работы.

В наших исследованиях (табл.3) в благоприятные годы наибольшую площадь листьев во все фазы развития имели сорта Приокская, Лада, Люба, Омская 17. При этом максимальная площадь у всех сортов отмечается в фазу колошения. В дальнейшем в силу старения и отмирания части листьев, общая площадь их уменьшалась.

Таблица 3

Площадь листьев яровой пшеницы разных экотипов (тыс. м²/га)

Сорта	Куще- ние	Выход в трубку	Коло- шение	Цвете- ние	Начало молочной спелости
2000-2001 гг.					
Приокская	22,9	30,2	41,3	31,5	15,5
Люба	21,6	29,8	40,4	30,8	15,2
Лада	22,5	30,0	40,9	31,6	16,1
Энита	21,2	29,0	39,7	30,4	14,9
Приволжская 112	17,5	26,2	37,7	28,5	14,5
Керба	20,8	28,3	38,9	30,0	15,1
Памяти Азиева	21,5	29,6	39,8	30,3	15,0
Омская 17	21,8	30,1	40,3	31,2	15,6
Омская 33	20,4	27,7	39,3	29,8	14,9
Иртышанка 10	17,7	26,4	37,5	28,9	14,7
Саратовская 60	18,5	26,7	38,9	29,9	15,2
Прохоровка	20,6	28,0	39,6	30,7	15,0
2002 г					
Приокская	18,0	23,1	33,2	23,8	9,8
Люба	17,6	22,1	32,8	23,4	9,3
Лада	17,8	23,0	33,0	23,5	9,6
Энита	17,4	21,7	32,4	23,3	9,5
Приволжская 112	15,7	21,6	32,3	24,5	10,1
Керба	17,7	22,3	32,9	23,6	9,7
Памяти Азиева	18,0	23,1	34,3	25,1	10,4
Омская 17	18,3	23,5	34,4	24,9	10,2
Омская 33	17,3	22,0	33,7	24,5	10,4
Иртышанка 10	16,8	21,8	33,2	24,3	10,0
Саратовская 60	17,0	23,1	34,3	24,8	10,3
Прохоровка	17,7	23,0	34,6	25,2	10,5

В засушливых условиях у всех сортов площадь листьев намного меньше по сравнению с благоприятным годом. К концу вегетации наибольшую площадь листьев сохраняют такие сорта как Памяти Азиева, Омская 33, Омская 17, Саратовская 60 и Прохоровка, которые относятся к лесостепному и степному Запад-

но-Сибирскому и степному Европейскому экотипам, что говорит об их большей устойчивости к засухе.

Для характеристики деятельности ассимиляционного аппарата используют величину листового фотосинтетического потенциала (табл.4), которая равня-

Таблица 4

Листовой фотосинтетический потенциал яровой пшеницы различных экотипов (тыс. м²/га сутки)

Сорта	Куше- ние -выход в трубку	Выход в трубку - колоше- ние	Коло- шение - цветение	Цветение - молоч- ная спе- лость	За вегета- ционный период
2000-2001 г.					
Приокская	345,1	536,2	364,0	141,0	1386,3
Люба	334,1	526,5	356,0	138,0	1354,6
Лада	341,3	532,0	362,5	143,1	1379,0
Энита	326,3	515,3	351,0	136,0	1328,5
Приволжская 112	384,1	478,2	331,0	129,0	1226,7
Керба	319,1	504,0	344,5	135,3	1303,0
Памяти Азиева	332,1	520,5	350,5	135,9	1339,0
Омская 17	337,3	528,0	357,5	140,4	1363,2
Омская 33	312,6	498,0	345,5	134,1	1290,2
Иртышанка 10	293,2	479,3	333,2	130,8	1236,0
Саратовская 60	293,8	489,7	344,2	135,3	1263,0
Прохоровка	315,9	507,0	351,5	137,1	1311,5
2002 г.					
Приокская	308,2	394,1	256,5	100,8	1059,6
Люба	297,7	384,3	253,0	98,1	1033,1
Лада	306,0	392,0	254,0	99,3	1051,3
Энита	293,2	378,7	250,6	98,4	1021,0
Приволжская 112	279,7	377,3	255,6	103,8	1016,4
Керба	300,0	386,4	254,3	100,0	1040,7
Памяти Азиева	308,2	402,0	267,3	106,5	1084,0
Омская 17	313,5	405,3	267,0	105,3	1091,1
Омская 33	294,7	390,0	262,0	104,7	1051,4
Иртышанка 10	289,5	385,0	258,7	103,0	1036,2
Саратовская 60	301,0	402,0	266,0	104,4	1074,3
Прохоровка	305,2	403,2	269,1	107,1	1084,6

ется произведению площади листьев на число дней их работы (Кумаков, 1980).

В наших опытах фотосинтетический потенциал значительно изменялся в зависимости от метеорологических условий года и в связи с сортовыми особен-

ностями растений. Так, в благоприятные по водообеспеченности годы ФП намного больше по сравнению с засушливым годом. Это говорит о том, что в благоприятных погодных условиях листья работают дольше и соответственно создают больше сухой массы. Наибольший ФП по фазам развития во все годы исследований отмечен за период «выход в трубку - колошение».

В засушливых условиях развития по сравнению с нормальным годом наибольшее снижение ФП за вегетацию наблюдается у сортов лесной Европейской экологической группы - Лада, Люба, Энита, Приокская. А наименьшее снижение ФП отмечалось у сортов Прохоровка, Саратовская 60, Иртышанка 10, Омская 33, которые относятся к степному Европейскому и лесостепному и степному Западно - Сибирскому экотипам. Это говорит об их меньшей зависимости от погодных условий.

Важное значение в формировании урожая имеет продуктивность фотосинтеза растений. Её можно охарактеризовать показателем чистой продуктивности фотосинтеза (табл. 5).

Таблица 5

Чистая продуктивность фотосинтеза сортов яровой пшеницы различных экотипов в зависимости от условий водообеспеченности растений (г/м² в сутки), 2000-2002 гг.

Сорта	2000-2001 г.			2002 г.		
	Кущение - выход в трубку	Выход в трубку - колоше- ние	Колоше- ние - молочная спелость	Кущение- выход в трубку	Выход в трубку - колоше- ние	Колоше- ние - молочная спелость
Приокская	6,63	11,82	15,1	5,07	10,50	12,04
Лада	5,76	10,80	14,5	4,74	9,89	11,10
Люба	5,95	10,51	14,3	4,80	10,00	11,48
Энита	5,70	11,03	13,5	5,08	9,59	11,27
Приволжс. 112	6,08	11,11	13,8	4,69	10,07	11,73
Керба	5,66	10,66	13,8	4,76	10,05	11,13
Памяти Азиева	6,38	11,64	15,0	5,28	10,60	12,10
Омская 17	5,44	10,20	13,3	5,00	9,90	11,44
Омская 33	6,00	11,10	14,5	4,90	10,52	12,06
Иртышанка 10	6,21	11,11	14,0	4,80	10,12	11,63
Саратовская 60	6,90	11,55	14,8	5,10	10,74	12,17
Прохоровка	6,33	11,37	15,0	5,20	10,74	12,26

Максимальное значение чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) при благоприятных условиях водного режима у всех сортов наблюдалось в период «колошение - молочная спелость», минимум - в период «кущение - выход в трубку». При этом наблюдаются и сортовые различия: наибольшую величину ЧПФ имели сорта Приокская, Памяти Азиева, Саратовская 60, Прохоровка, а наименьшую - Энита, Омская 17 и Приволжская 112.

При неблагоприятных условиях у всех сортов ЧПФ была меньше по сравнению с благоприятными погодными условиями. Здесь наибольшую ЧПФ имеют сорта Прохоровка, Саратовская 60, Памяти Азиева, Омская 33 и Приокская. При этом в начальные фазы развития различия по этому показателю незначительны, по мере старения больше проявляются сортовые особенности растений в пользу засухоустойчивых сортов.

4. Продуктивность яровой пшеницы в контрастных условиях развития

Устойчивые и неустойчивые к стрессу формы растений различаются не типом и характером физиологических реакций, а амплитудой, вызванных стрессом метаболических отклонений от нормы - у устойчивых сортов выше скорость, но меньше амплитуда этих отклонений. В результате депрессия урожая у них меньше, чем у неустойчивых (Удовенко, 1979, 1982).

Ценность сорта в практике сельского хозяйства определяется высоким урожаем зерна с единицы площади в оптимальных условиях увлажнения и слабым уровнем снижения его в засушливые годы (Максимов, 1952; Генкель, 1967; Удовенко, 1982; Кумаков 1988 и др.).

Как показывают результаты опытов, урожайность по годам у разных сортов яровой пшеницы различается (табл. 6). Причем в благоприятных условиях увлажнения максимальный урожай был получен от сортов Приокская, Лада, Памяти Азиева, Прохоровка, Саратовская 60. У остальных сортов урожайность колебалась примерно на одном уровне, за исключением сорта Иртышанка 10.

В засушливых условиях развития проявляются более значительные различия между сортами, чем при нормальных условиях развития. При этом максимальные урожаи наблюдаются у сортов степного Европейского и лесостепного и степного Западно-Сибирского экотипов - Прохоровка, Саратовская 60, Памяти Азиева и Омская 33. И соответственно у этих сортов наименьшая амплитуда колебания урожайности по годам, что говорит об их способности создавать достаточно высокие урожаи и в условиях недостаточного увлажнения.

Анализ структуры урожая различных по эколого-географическому происхождению сортов яровой пшеницы выявил, что при развитии растений в засушливых условиях снижается продуктивная кустистость, причем в большей мере у сортов лесной Европейской экологической группы; уменьшается число колосков, а также снижается масса зерна с колоса и масса 1000 зерен. Все это в той или иной мере отражается на общем снижении продуктивности колоса и урожайности растений в целом.

Таблица 6

Урожайность различных экотипов яровой пшеницы в зависимости от погодных условий года (2000-2002 гг.)

Сорта	Урожайность, ц / га			Снижение при засухе по сравнению с 2001 г	
	2000 г	2001 г	2002 г	ц/га	%
Приокская	38,0	45,2	32,1	12,1	26,8
Люба	36,5	42,8	27,6	15,2	35,5
Лада	37,6	44,0	31,1	12,9	29,3
Энита	35,7	42,7	31,2	11,5	26,9
Приволжская 112	35,1	43,7	32,4	11,3	25,9
Керба	35,6	43,4	29,8	13,6	31,3
Памяти Азиева	37,3	43,9	33,7	10,2	23,2
Омская 17	35,4	43,1	32,6	10,5	24,4
Омская 33	36,4	43,8	33,4	10,4	23,7
Иртышанка 10	34,8	42,6	31,9	10,7	25,1
Саратовская 60	36,8	44,0	34,1	9,9	22,5
Прохоровка	37,5	44,5	34,8	9,7	21,8
НСР	0,61	0,53	1,12		

У сортов Саратовская 60, Прохоровка, Памяти Азиева и Омская 33, по сравнению с другими сортами, амплитуда изменений по перечисленным показателям в разные годы не столь значительна.

Показатели качества зерна по годам исследований заметно колебались. Так, в 2001 году, когда гидротермический режим, климатические условия были благоприятными и обеспечивалась наиболее высокая урожайность, показатели качества ухудшались по сравнению с другими годами.

В засушливом 2002 году масса 1000 зерен и натурная масса зерна снизились по сравнению с 2001 годом, а процентное соотношение клейковины, наоборот, увеличилось.

Что касается отдельных сортов, то в 2001 году наибольший выход клейковины обеспечили сорта Омская 33, Саратовская 60, Иртышанка 10, Лада и Омская 17. В 2002 году по этому показателю проявились сорта Приокская, Лада, Иртышанка 10, Саратовская 60, Памяти Азиева.

5. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы

Для выявления эффективности возделывания сельскохозяйственных культур необходима их экономическая оценка.

Для оценки экономической эффективности производства продукции растениеводства использовали систему натуральных и стоимостных показателей,

отражающих соотношение между достигнутым результатом и затратами производственных материальных и трудовых ресурсов.

Анализ экономической эффективности выращивания различных сортов яровой пшеницы (табл. 7) показывает, что в засушливом 2002 году наибольший чистый доход получен у таких сортов, как Памяти Азиева, Омская 33, Саратовская 60 и Прохоровка. И соответственно эти же сорта имели высокий уровень рентабельности. Наименьшая величина уровня рентабельности наблюдалась у сортов Люба, Керба, Лада и Энита.

Таблица 7

Экономическая эффективность возделывания разных сортов в засушливых условиях 2002 года

Сорта	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Приокская	32,1	9930	5055	4875	96,4
Люба	27,6	8280	4995	3285	65,8
Лада	31,1	9330	5033	4297	85,4
Энита	31,2	9360	5035	4325	85,8
Приволжская 112	32,1	9630	5044	4586	90,9
Керба	29,8	8940	5020	3920	78,1
Памяти Азиева	33,7	10110	5062	5048	99,7
Омская 17	32,6	9780	5050	4730	93,6
Омская 33	33,4	10020	5058	4962	98,1
Иртышанка 10	31,9	9570	5042	4528	89,8
Саратовская 60	34,1	10230	5066	5164	102
Прохоровка	34,8	10440	5073	5367	106

Чтобы иметь возможность судить о целесообразности внедрения и применения в производстве агротехнических приемов и технологий в целом с энергo-экономических позиций, необходимо установить количественную оценку их энергетической эффективности.

С энергетической точки зрения технология считается эффективной, если при планируемом уровне урожайности культуры количество энергии, полученной в хозяйственно - ценной части урожая и побочной продукции, выше совокупной энергии, израсходованной на их производство. При этом коэффициент энергетической эффективности должен быть выше единицы.

В наших опытах затраты энергии у разных сортов различались незначительно. А вот по выходу валовой энергии разница между сортами была очевидной. При этом наибольший выход валовой энергии имели сорта Приокская, Ла-

да, Памяти Азиева, Прохоровка и Саратовская 60. И соответственно у этих сортов энергетический коэффициент был выше по сравнению с другими сортами.

ВЫВОДЫ

1. Дана комплексная физиологическая характеристика 12 сортов яровой пшеницы, принадлежащих к четырем различным экологическим группам, при возделывании в агроклиматических условиях северной лесостепи Среднего Поволжья.

2. Показано, что сорта яровой пшеницы различных экотипов, созданные для разных эколого-географических зон страны, имеют свои физиологические особенности. При этом наблюдается определенная зависимость между показателями водного режима, фотосинтеза и засухоустойчивостью растений.

3. Выявлены особенности водного режима (поглощения воды семенами, оводненности и состояния воды в тканях, водоудерживающей способности листьев, интенсивности транспирации) в связи с засухоустойчивостью и продукционными процессами у сортов яровой пшеницы различных экологических групп.

4. Установлено, что формирование засухоустойчивости у разных генотипов яровой пшеницы определяется в различной мере особенностями водного обмена, состояния воды и биоэнергетических процессов у растений.

5. Действие засухи на водный режим растений яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Среднего Поволжья проявляется в следующем:

- снижается общая оводненность растений;
- увеличивается водный дефицит тканей;
- снижается интенсивность транспирации.

Все перечисленные изменения приводят к нарушению нормального хода развития растений.

6. Установлены различия в коэффициентах водопотребления у сортов яровой пшеницы в разные по влагообеспеченности годы: более экономно расходуют воду на создание единицы урожая сорта Прохоровка, Саратовская 60, Памяти Азиева, Омская 33.

7. Выявлены показатели физиологической модели засухоустойчивого сорта яровой пшеницы для условий северной лесостепи Среднего Поволжья: засухоустойчивые сорта характеризуются большей величиной сосущей силы проростков, более стабильной динамикой содержания воды в тканях, большей водоудерживающей способностью, снижением величины остаточного водного дефицита, коэффициента водопотребления и меньшей депрессией интенсивности транспирации при засухе.

8. Действие засухи на продукционный процесс растений яровой пшеницы проявляется в следующем:

- сокращается вегетационный период растений;

- уменьшаются число и размеры вегетативных органов, что приводит к сокращению ассимиляционной поверхности растений;
- снижаются фотосинтетический потенциал растений и общая биологическая продуктивность;
- при длительной засухе снижаются чистая продуктивность фотосинтеза и относительная скорость роста;
- уменьшается число элементов продуктивности колоса;
- снижается масса 1000 зерен.

9. В лесостепной зоне Среднего Поволжья система формирования высоких устойчивых урожаев яровой пшеницы должна основываться на лимитирующем влиянии запасов влаги; подборе лучших агрофонов для смягчения роли отрицательно действующих погодных факторов; повышении скорости производительного расхода влаги с учетом биологических особенностей сортов; создании новых сортов, обладающих высокими скоростями производительного расхода влаги и потребления питательных веществ в начальный период вегетации, более высокой устойчивостью к дефициту воды и повышенному температурному фону.

10. Экономическая эффективность возделывания сортов яровой пшеницы степного Европейского и лесостепного и степного Западно-Сибирского экотипов в условиях засухи выше, чем у сортов лесного Европейского и лесостепного Поволжского экотипов. Результаты определения экономической эффективности согласуются с данными энергетической эффективности возделывания разных сортов.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

При подборе сортов яровой пшеницы для возделывания в данной зоне необходимо учитывать физиологические признаки, существенно влияющие на засухоустойчивость и продуктивность растений. Следует обратить внимание на сорта, у которых прорастающие семена развивают большую сосущую силу в условиях водного дефицита и лучше используют влагу на развитие ростка. Необходимо отбирать сорта со стабильной динамикой оводненности тканей, с меньшей депрессией интенсивности транспирации листьев в условиях засухи, с высокой водоудерживающей способностью в критический для яровой пшеницы период по требованию к влаге, с высокой устойчивостью ростовых и синтетических процессов к недостатку влаги и действию высоких температур, с высоким потенциалом урожайности в благоприятные годы и более высокой устойчивостью - в неблагоприятные годы. Из изученных новых сортов хорошо проявили себя в этом отношении Прохоровка, Саратовская 60, Памяти Азиева и Омская 33.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Хамаев А. А. Водный режим, засухоустойчивость и продуктивность различных экотипов яровой пшеницы в связи с метеорологическими условиями в лесостепи Республики Татарстан // Актуальные проблемы развития АПК Республики Татарстан на современном этапе: Матер, конф. молодых учен. - Казань: Изд-во Казанской ГСХА, 2001. - С. 65-66.

2. Самуилов Ф. Д., Хамаев А. А. Водный режим, засухоустойчивость и продуктивность различных экотипов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем: Сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф., ч. II. - Казань: Изд-во Казанского гос. техн. ун-та, 2002. - С. 167-171.

3. Самуилов Ф. Д., Щербак Л. С., Газизов К. Г., Хамаев А. А. Фотосинтез и формирование урожая различных сортов и мутантов яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Достижения науки - сельскохозяйственному производству: Матер, научн. конф. агр. фак-та. - Казань: Изд-во Казанской ГСХА, 2002. - С. 9-14.

4. Самуилов Ф. Д., Хамаев А. А. Водный обмен, состояние воды в тканях и продуктивность различных экотипов яровой пшеницы в контрастных условиях водообеспеченности. Там же. - С. 14-19.

Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД №06342 от 28.11.2001г.

Формат 60x84/16 Тираж **100**. Подписано к печати **/SJI..Q/**

Печать офсетная. Усл.п.л. **/,00**. Заказ **J50-**

Издательство КГСХА/420015 г.Казань, ул.К.Маркса, 65

Отпечатано в офсетной лаборатории КГСХА

420015 г.Казань, ул.К.Маркса, 65 Казанская государственная сельскохозяйственная академия. Лицензия №0115 от 03.03.1998 г